

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-024305

(43)Date of publication of application : 02.02.1987

(51)Int.Cl.

G05B 19/405

B25J 13/00

B25J 19/06

(21)Application number : 60-162004

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.07.1985

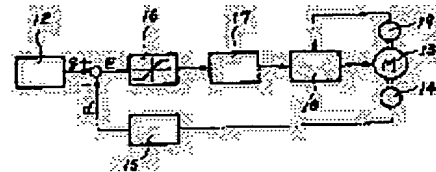
(72)Inventor : SHIMOMURA YUKIJI

## (54) METHOD FOR DETECTING SERVO ABNORMALITY OF INDUSTRIAL ROBOT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To detect the servo abnormality with high reliability by deciding the servo abnormality when the absolute value of the deviation between the command value and the present value of a drive source exceeds both the reference value and time of the deviation accordant with the relevant action mode.

**CONSTITUTION:** When the servo control is normal, the command value (g) is fetched by a command means 12 together with the present value (d) of the position of an actuator 13 fetched by a position detector 14. While a subtractor calculates the absolute value  $|g-d|$  of the deviation E. Then it is decided whether the deviation absolute value E is larger or not than the servo abnormality detecting constant, i.e., the deviation reference value accordant with the action mode. If the value E is larger than the detecting constant, the time during which the value E last is counted. Then it is decided whether this counted time is larger or not than the servo abnormality detecting constant  $t_R$  of time, i.e., the time reference value accordant with the action mode. If the constant  $t_R$  is larger than the reference value, the emergency stoppage of the robot main body, the cut-off of the power supply to a servo control circuit, etc. are carried out by the servo abnormality signal. At the same time, the abnormality is displayed by the servo abnormality processing. Then the information on the servo abnormality is informed to an operator.



BEST AVAILABLE COPY

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-24305

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>G 05 B 19/405  
B 25 J 13/00  
19/06

識別記号

庁内整理番号

K-8225-5H  
Z-7502-3F  
7502-3F

⑭ 公開 昭和62年(1987)2月2日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 産業用ロボットのサーボ異常検出方法

⑯ 特 願 昭60-162004

⑰ 出 願 昭60(1985)7月24日

⑱ 発 明 者 霜 村 来 爾 習志野市東習志野7丁目1番1号 株式会社日立製作所習志野工場内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代 理 人 弁理士 秋本 正実

## 明 細 書

## 発明の名称

産業用ロボットのサーボ異常検出方法

## 特許請求の範囲

1. 各々の可動部を駆動させる駆動源を、通電下における停止状態と手動運転状態と自動運転状態との何れか一方の動作モードでサーボ制御させる産業用ロボットにおいて、前記駆動源に対する指令値と、駆動源の駆動されるべき現在値との偏差に、動作モードに応じて基準値を予め夫々設定すると共に、該夫々の偏差基準値と対応させて時間基準値を設定し、前記駆動源を何れか一方の動作モードで制御させた場合、指令値と実際の現在値との偏差の絶対値が、その動作モードに応じた偏差基準値と時間基準値との双方を越えたときにサーボ異常とすることを特徴とする産業用ロボットのサーボ異常検出方法。

2. 特許請求の範囲第1項において、前記偏差の基準値及び時間基準値は自動運転状態において高速用と低速用との2種類に設定され、何れか一

方の偏差基準値及び時間基準値を越えたときに自動運転状態でのサーボ異常とすることを特徴とする産業用ロボットのサーボ異常検出方法。

## 発明の詳細な説明

## 〔発明の利用分野〕

本発明は、サーボ制御される産業用ロボットにおいて、ロボット本体の異常動作を検出する方法に関する。

## 〔発明の背景〕

産業用ロボットにあっては、信頼性及び安全性を高める為、ロボット本体の異常動作を検出するものが種々提案され、実用に供されている。

例えば、可動部が位置決め停止した場合、目標値と実際に停止した位置とに一定値以上の偏差が生じたときに異常検出することが特開昭51-38982号公報に開示されている。また或いは、可動部が目標値に移動する際、その目標値までの移動時間を監視し、移動中に所定時間が経過したときに異常検出するものがある。

前者は、外力によって瞬間的に一定値以上の偏

差が生じた場合でも異常検出されるので、ロボットの作業能率が低下するおそれがある。後者は、所定時間が経過しないと異常検出できないので、所定時間内に異常が発生した場合、その異常を直ちに検出できず、即応性に乏しい。しかも、ティーチングのような手動運転時には目標値までの到達時間を予測することが難しく、手動動作中に所定時間が経過した場合、不必要に異常検出されるおそれがある。

ところで、一般の産業用ロボットは、サーボ制御される為、駆動源が指令値に対しある程度の時間遅れをもって追従するので、指令値と、駆動源の現在値との追従誤差、即ち偏差が生じる。この偏差は、特に指令値の急激な変化、即ち、駆動源が急激に加減速すると大きくなり、従って、駆動源の停止、低速、高速間においては偏差に大きな巾がある。

そこで、この点を考慮して、前述の不具合を解消する為には、予め指令値と現在値との偏差に基準値を設定しておき、指令値と現在値との偏差の

動作モードに応じて異常を検出することができ、また目標値までの移動時間内であっても迅速に異常検出できると共に、瞬間的に外力が加わったとき徒らに異常検出することがなく、更に信頼性及び安全性に優れ、実際の作業内容に即した産業用ロボットの異常検出方法を提供するにある。

#### 〔発明の概要〕

前記の目的を達成せんが為、本発明は、産業用ロボットの動作モードが電源投入時の停止状態と、ティーチング等の手動運転状態と、プレイバックの自動運転状態との3つの状態に大別できることに着目し、夫々3つの動作モードに応じて偏差の基準値と時間の基準値とを夫々予め設定しておく。そして、何れかの動作モードで駆動源が制御されたとき、駆動源に対する指令値と、駆動源の現在値との偏差の絶対値が、その動作モードに応じた偏差の基準値と時間の基準値との双方を越えたとき、サーボ異常とする。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例を添付図面に従って説明

絶対値が、前記偏差の基準値を越えた状態で、かつ一定基準時間続いたときに異常検出することが容易に頷推される。

しかし乍ら、そのようにした場合、前記偏差の基準値を高速時にも適合できるように広い範囲に設定しなければならず、そのため、特に手動運転時に駆動源が指定速度より速くなった場合に危険を招き、安全性が低下する。一方、偏差の基準値の範囲を小さくすると、安全性を向上させることができるが、高速時に異常が頻発するので、信頼性が極度に低下してしまう。

この点を解消する為には、運転状態の差異に拘らず、一定量以下の偏差しか生じないものを製作する必要があるが、その場合、駆動源としてのアクチュエータの容量や剛性を不必要なまでに大きくしなければならず、或いはアクチュエータを急加減速できるように複雑な制御を必要とし、そのため、性能及びコスト面で難点がある。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、上記事情に鑑み、ロボットの

する。

第1図は本発明方法を実施する為の産業用ロボットを示している。この産業用ロボットは、大別すると、ロボット本体1と制御装置2とから構成されている。

前記ロボット本体1は、例えば多関節タイプの溶接ロボットであって、旋回台3、支柱4、上腕5、前腕6、手首7よりなる可動部と、これらを駆動させる為の駆動源とを備えている。前記制御装置2は、ロボット本体1を操作する為の操作部8と、ロボット本体1の動作状態を表示する為の表示器9と、前記操作部8と略同様の機能を持つ可搬形の操作部10とを備えている。操作部10及び8は、ロボット本体1の駆動源に対するサーボ電源のオン・オフ、起動・停止を操作できるように構成されている。

また制御装置2には、ロボット本体1の各々の駆動源をサーボ制御する為のサーボ制御回路11が夫々内蔵されている。

該サーボ制御回路11は、第2図に示すように、

指令手段12からの指令によって駆動源としてのアクチュエータ13を駆動させるが、その際、位置検出器14がアクチュエータ13の位置を検出してその検出信号をカウンタ回路15に出力すると、カウンタ回路15がその入力信号をカウントしてアクチュエータ13の現在値 $d$ を求める。そして、指令値 $g$ と現在値 $d$ との偏差 $E$ を演算し、その偏差 $E$ 信号がリミッタ16、 $D/A$ 変換器17を介しサーボアンプ18に入力することにより、サーボアンプ18が偏差 $E$ に応じてアクチュエータ13を駆動制御させる。なお、19は速度検出器である。

このようなサーボ制御回路11は、第3図に示すように、マイクロプロセッサ20を用い、該マイクロプロセッサ20が指令値 $g$ 及び現在値 $d$ の取込みとその偏差 $E$ の演算とをできるようになっている。因みに前記マイクロプロセッサ20は、第4図に示すように、CPU部21と、プログラム用メモリ22と、入力ポート23と、出力ポート24とをデータバス25上に接続して構成されている。

しかして、産業用ロボットには、ロボット本体

自動運転状態ではロボット本体1が高速動作する場合もあるので偏差 $E$ が大きく、手動運転状態では作業者がロボット本体1に接近するので安全上の見地から低速動作とする為に偏差が小さく、停止状態では偏差が殆どないと云うことになる。従って、夫々の動作モードにおける偏差の関係は、下記の関係になる。

$$E_A > E_M > E_P \quad \dots \dots \dots (1)$$

但し、 $E_A$ :自動運転時の偏差量

$E_M$ :手動運転時の偏差量

$E_P$ :停止状態の偏差量

そこで本発明方法においては、前記(1)式に着目し、駆動源13に対する指令値と、駆動源の駆動されるべき現在値との偏差に、夫々の動作モードに応じて基準値 $E_{Ai}$ 、 $E_{Mi}$ 、 $E_{Pi}$ を予め設定しておく。この偏差基準値 $E_{Ai}$ 、 $E_{Mi}$ 、 $E_{Pi}$ は、偏差の絶対値と比較する為の目安となるものであり、夫々が自動運転状態、手動運転状態、停止状態に対応している。なお、前記偏差基準値 $E_{Ai}$ 、 $E_{Mi}$ 、 $E_{Pi}$ は各々の駆動源13ごとに適宜の値に

1を動作させるとき、ロボット本体1の動作シーケンス等を教示するプログラミングモードと、ロボット本体1を手動で操作して動作経路や補間条件等を教示するティーチングモードと、教示された内容に従ってロボット本体1を忠実に動作させるプレイバックモードとの動作モードがある。これらの各動作モードは操作部8によって選択できるように構成されており、かつ前記サーボ制御回路11への通電状態で分けると、プレイバックモードによる自動運転状態、ティーチングモードによる手動運転状態、プログラミングモードによる停止状態、の3つに大別される。前記停止状態とは、サーボ制御回路11への通電下においてアクチュエータに起動や停止のような指令が送付されていないときのアクチュエータの停止状態であり、手動及び自動運転時のような停止指令による停止状態とは基本的に異なるものである。

前記自動運転状態及び手動運転状態並びに停止状態においては、夫々の動作モードに応じ、指令値 $g$ と現在値 $d$ との偏差 $E$ に差が生じる。即ち、

選定される。

また、前記夫々の偏差基準値 $E_{Ai}$ 、 $E_{Mi}$ 、 $E_{Pi}$ に対応させて時間の基準値 $t_{Ai}$ 、 $t_{Mi}$ 、 $t_{Pi}$ も予め夫々設定しておく。該時間基準値 $t_{Ai}$ 、 $t_{Mi}$ 、 $t_{Pi}$ の夫々は、ロボット本体1の可動部が動作開始時のようにある瞬間だけ、偏差の基準値 $E_{Ai}$ 、 $E_{Mi}$ 、 $E_{Pi}$ を越えることがあるので、この瞬間的に大きな偏差を許容できるように適宜の時間に設定されている。この時間の基準値 $t_{Ai}$ 、 $t_{Mi}$ 、 $t_{Pi}$ も偏差の基準値と同様前記(1)式に準じた大小関係となっている。

前記時間基準値 $t_{Ai}$ 、 $t_{Mi}$ 、 $t_{Pi}$ と偏差基準値 $E_{Ai}$ 、 $E_{Mi}$ 、 $E_{Pi}$ とは、第5図(a)、(b)に示すように、夫々が互いにプログラム用メモリ22内の基準値テーブルに動作モード別に格納され、動作モードに応じて呼び出されるようになっている。

そして、ロボット本体1を運転したとき、指令値と実際の現在値との偏差の絶対値が、その動作モードに応じた偏差基準値と時間基準値との双方を越えたとき、サーボ異常と判定するようになって

ている。即ち、自動運転状態においては偏差の絶対値がその偏差基準値 $E_{Ai}$ と基準時間値 $t_{Ai}$ とを越え、また手動運転状態においては偏差の絶対値がその偏差基準値 $E_{Mi}$ と基準時間値 $t_{Mi}$ とを越え、さらに停止状態においては偏差の絶対値が偏差基準値 $E_{Pi}$ と基準時間値 $t_{Pi}$ とを越え、夫々サーボ異常とするようになっている。このサーボ異常の判定はCPU部21によって行なわれ、該CPU部21はサーボ異常の判定後直ちにサーボ制御回路11への電源を遮断したり、表示器9にその旨を表示する等の処理を行なえるようになっている。

次に、本発明方法の具体的な動作を第6図のフローで示す。

即ち、S11においてサーボ制御が正常に行なわれているか否かが判定される。該判定結果、正常に行なわれていない場合には後述するサーボ異常処理を行う(S20)。一方、正常に行なわれている場合は、指令値 $g$ を取込み(S12)、また現在値 $d$ を取込み(S13)、偏差の絶対値 $E = |g - d|$ を

S18の処理によってサーボ制御が正常に行われていない判定がされるので、表示器9に異常表示する等のサーボ異常処理を行なって、その旨を作業者に知らせる。

このように、偏差基準値と時間値との双方が予め動作モードに応じて夫々設定され、しかもそれら双方の基準値を越えたときにサーボ異常と判定するので、サーボ異常の判定基準を動作モードの種類に応じて確実に変更させることができる。

その結果、指令値と現在値との偏差のみによって異常判定する公知例と比較すると、瞬間的に外力が加わって偏差が大きくなっても、徒に異常処理されることがなく、また目標値までの到達時間によって異常判定する公知例と比較すると、異常が発生したとき直ちに異常処理できるので、即応性を持たせることができる。さらに、手動運転状態では自動運転状態より小さい範囲の基準値に選定すれば、駆動源13が自動運転時の許容範囲内で暴走することがなくなり、そのため、可動部が作業者や周囲の物体に当たるおそれが解消されるの

演算する(S14)。

そして、偏差の絶対値 $E$ が、サーボ異常検出定数 $E_R$ 、即ち動作モードに応じた偏差基準値より大きいかが判定される(S15)。該判定結果、絶対値 $E$ がサーボ異常検出定数 $E_R$ より小さい場合には、S19以降の処理を実行するが、サーボ異常検出定数 $E_R$ より大きいと、絶対値 $E$ の継続している時間がカウントされ(S16)、カウントされた時間 $t$ が、時間のサーボ異常検出定数 $t_R$ 即ち動作モードに応じた時間基準値より大きいかが判定される(S17)。

該判定結果、前記時間のサーボ異常検出定数 $t_R$ より小さい場合には、S19以降の処理が行われるが、逆に大きいと、次の処理(S18)が行われる。

即ち、サーボ異常信号がロボット本体1の緊急停止やサーボ制御回路11への電源遮断等を行うべきハードがわに出力されると共に、異常フラグがセットされ(S18)、一定時間の経過後(S19)、S11の処理が行われる。この場合、S11の処理結果、

で安全性を高めることができる。しかも、精緻にサーボ異常を判定するので、それだけ信頼性を高めることもできる。

第7図及び第8図は本発明方法の第2の実施例を示している。この場合は、自動運転時には実際に低速と高速との何れの動作もあることを考慮し、自動運転時にのみサーボ異常検出定数を高速用と低速用とに2種類設定し、これに基づいてサーボ異常を検出できるようにしている。

即ち、自動運転時には、高速用のサーボ異常検出定数としての前記偏差基準値 $E_{Ai}$ と時間基準値 $t_{Ai}$ とを設定する他、低速用のサーボ異常検出定数として、偏差基準値 $E_{ALi}$ と時間基準値 $t_{ALi}$ とを予め夫々設定しておく。この場合、夫々の基準値は、

$$E_{Ai} > E_{ALi}$$

$$t_{Ai} < t_{ALi}$$

として、互いに数倍～数十倍の大小関係に設定する。

そして、動作モードが自動運転に切換えられた

とき、指令値 $g$ と現在値 $d$ との偏差の絶対値 $E$ が、低速用サーボ異常検出定数としての偏差基準値 $E_{AL}$ と時間基準値 $t_{AL}$ とを越えたとき、もしくは高速用サーボ異常検出定数としての偏差基準値 $E_A$ と基準時間値 $t_A$ とを越えたときにサーボ異常を検出できるようになっている。なお、第8図において第6図と同様の処理内容のものについては同一符号を付してあるので、ここでは省略する。

従って、この実施例によれば、低速及び高速の2つの判定基準に基づいてサーボ異常を検出するので、自動運転の実状に即してより精緻に検出することができる。

また、低速用の処理内容(S105～S107)と高速用の処理内容(S108～S110)とは、低速～高速間で常時行なうので、低速時及び高速時に夫々の速度判定を行うものと比較すると、制御部の処理を簡略化することができる。しかも、低速用の処理内容(S105～S107)が、手動運転時と停止状態とでは機能しないので、処理のいっそうの簡略化を図ることができる。

示すフローチャート、第7図は本発明方法の第2の実施例を示す説明図、第8図は処理内容を示すフローチャートである。

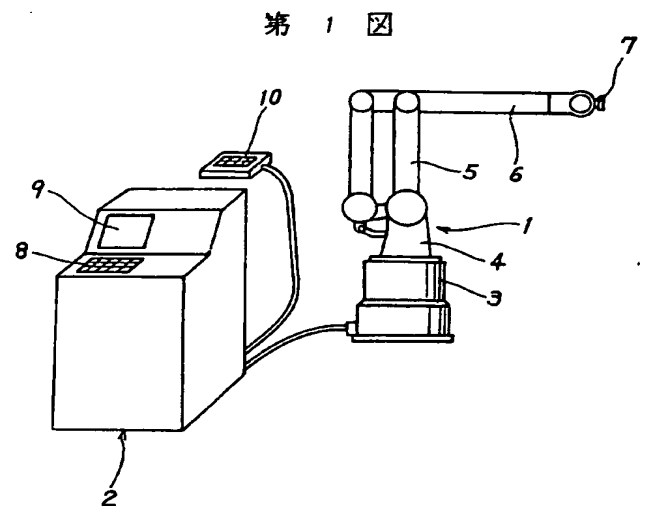
1…ロボット本体、3～7…可動部、13…駆動源、2…制御部、11…サーボ制御回路、 $E_A$ …自動運転状態の偏差基準値、 $E_M$ …手動運転状態の偏差基準値、 $E_P$ …停止状態の偏差基準値、 $t_A$ …自動運転状態の時間基準値、 $t_M$ …手動運転状態の時間基準値、 $t_P$ …停止状態の時間基準値、 $g$ …指令値、 $d$ …現在値、 $E$ …偏差、 $E_{AL}$ …自動運転状態における低速用の偏差基準値、 $t_{AL}$ …自動運転状態における低速用の時間基準値。

(発明の効果)

以上述べたように、本発明方法は、各々の動作モードに応じて偏差基準値と時間基準値とを予め設定し、何れか一方の動作モードで駆動源を制御した場合、偏差の絶対値が、その動作モードに応じた偏差基準値と時間基準値との双方を越えたときにサーボ異常とするので、目標値までの到達時間内であっても迅速に異常検出することができると共に、瞬間的に外力が加わっても徒に異常検出することがない。しかも精緻に異常検出することができるので、安全性を高めることができると共に、信頼性を高めることもでき、実際の作業内容に即したサーボ異常を検出することができる。

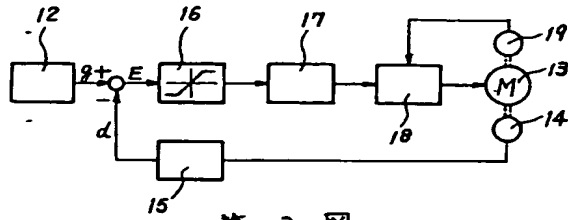
図面の簡単な説明

第1図は本発明方法を適用した一実施例を示す溶接ロボットの全体図、第2図はサーボ制御回路図、第3図はマイクロプロセッサを用いたサーボ制御回路図、第4図はマイクロプロセッサの概略図、第5図(a)及び(b)は本発明方法の要部を示す説明図及びフローチャート、第6図は処理内容を

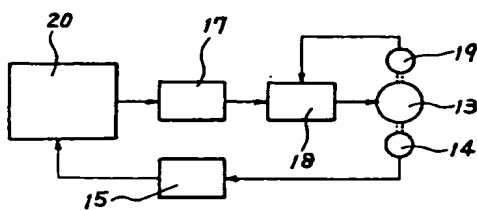


代理人 弁 理 士 秋 本 正 実

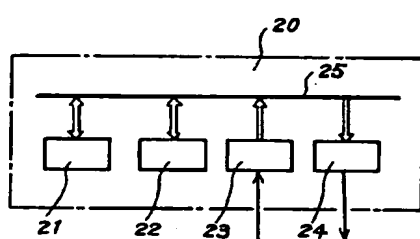
第 2 図



第 3 図

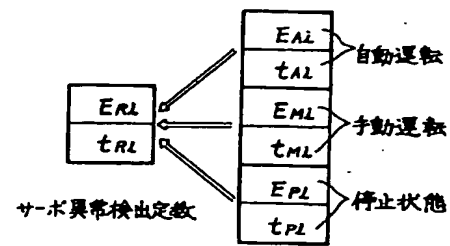


第 4 図

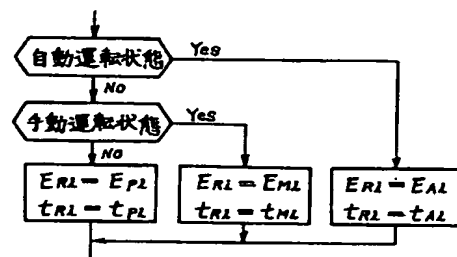


第 5 図

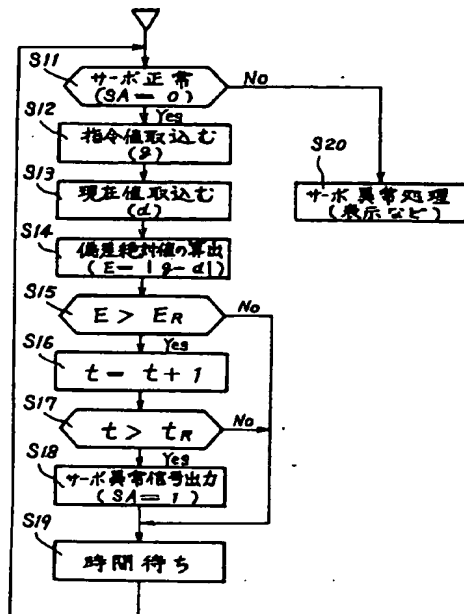
(α)



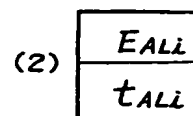
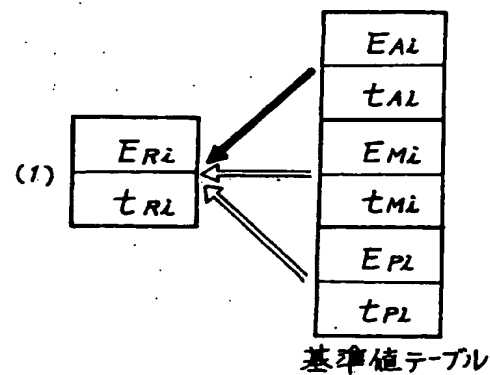
(b)



第 6 図



第 7 図



サーボ異常検出定数

第 8 図

